



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 40 01 554 A 1**

⑤ Int. Cl.⁵:
H 01 L 23/10
H 01 L 23/32
H 01 L 23/36
H 05 K 7/14
// H 05 K 7/20

⑳ Aktenzeichen: P 40 01 554.8
㉔ Anmeldetag: 20. 1. 90
㉕ Offenlegungstag: 25. 7. 91

DE 40 01 554 A 1

㉑ Anmelder:
ABB-IXYS Semiconductor GmbH, 6840
Lampertheim, DE

㉒ Vertreter:
Rupprecht, K., Dipl.-Ing., 6242 Kronberg; Fritsch, K.,
Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 6701 Hochdorf-Assenheim

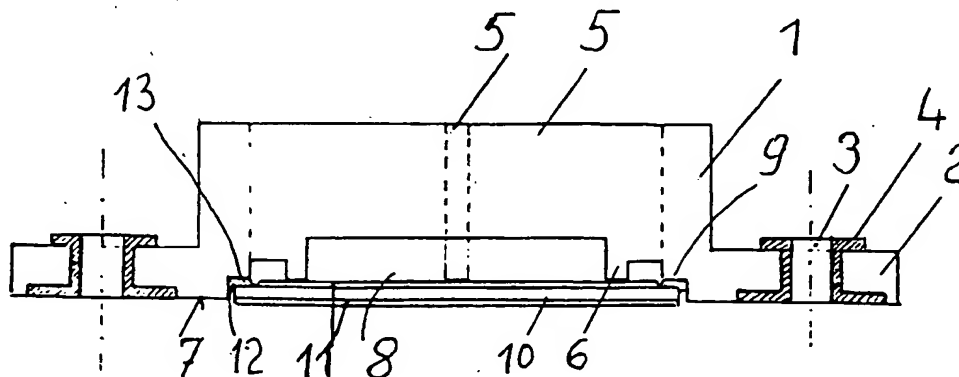
㉓ Erfinder:
Neidig, Arno, Dipl.-Phys. Dr., 6831 Plankstadt, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉔ Leistungshalbleitermodul

㉕ Bei einem Leistungshalbleitermodul mit Kunststoffgehäuse und einem als Gehäuseboden eingesetzten Keramiksubstrat besteht die Aufgabe, das Modul dahingehend zu verbessern, daß Kräfte, welche von Befestigungsschrauben für die Verbindung des Moduls mit einem Kühlkörper

ausgehen, nicht zu einer Schädigung des Moduls führen. Diese Aufgabe wird durch Anordnung von Auflagestützen (6) gelöst, welche am Kunststoffgehäuse (1) angeformt sind, und an vom Substratrand entfernten Stellen auf das Substrat (10) drücken.



DE 40 01 554 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Leistungshalbleitermodul nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein solches Leistungshalbleitermodul ist aus der DE 31 27 457 C2 bekannt.

Beim bekannten Leistungshalbleitermodul ist in eine Öffnung am Boden eines Kunststoffgehäuses ein mit Metall beschichtetes Keramiksubstrat eingesetzt, wobei das Substrat in einer umlaufenden Vertiefung am Boden aufliegt und dort mit einem elastischen Klebstoff auf Silikonbasis verklebt ist. Ein ähnliches Modul ist auch aus der DE 28 40 514 C2 bekannt.

Ein generelles Problem solcher Module besteht in der Gefahr, daß das Kunststoffgehäuse während des Aufschraubens des Moduls auf einen Kühlkörper Risse erhalten oder das Substrat brechen kann. Beispielsweise darf beim bekannten Modul bei Verwendung von M-5-Schrauben das Drehmoment beim Aufschrauben nicht über 3,5 Nm liegen. Ein sicherer Andruck des Moduls am Kühlkörper wird zwar bereits mit einem Drehmoment von 2,5 Nm erreicht, so daß das Problem grundsätzlich beherrschbar ist. Trotzdem besteht der Wunsch, das Modul weniger empfindlich auszuführen, da Anwender, die unterschiedliche Module montieren, mitunter versehentlich mit zu hohem Drehmoment für die Befestigungsschrauben arbeiten, insbesondere, wenn sie auch solche Module montieren, die ein höheres Drehmoment erfordern.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Leistungshalbleitermodul der gattungsgemäßen Art anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch ein Leistungshalbleitermodul mit einem Kunststoffgehäuse gelöst, das in seiner Bodenebene eine Öffnung und eine umlaufende Vertiefung aufweist, in welche ein beidseitig mit einer Metallschicht versehenes Keramiksubstrat als Modulboden eingesetzt ist, wobei die dem Gehäuseinneren zugewandte Metallschicht des Substrats strukturiert und mit Bauelementen bestückt ist, und wobei am Kunststoffgehäuse Auflagestützen angeformt sind, welche das Keramiksubstrat an vom Substratrand entfernten Auflagestellen in solcher Weise abstützen, daß zwischen der Oberseite des Keramiksubstrats und der Vertiefung des Kunststoffgehäuses ein einige Zehntelmillimeter breiter Spalt verbleibt, welcher zur Befestigung und Abdichtung des Substrats mit einem Klebstoff ausgefüllt ist.

Das erfindungsgemäße Leistungshalbleitermodul hat den Vorteil, daß durch Verlegung der Auflagefläche des Substrats vom Rand weg weiter nach innen höhere Drehmomente für die Befestigungsschrauben zugelassen werden können, ohne eine Schädigung des Moduls befürchten zu müssen. Weiterhin hat die erfindungsgemäße Modulausführung den Vorteil, daß besondere Stützen im Modul, wie z. B. in der DE 35 21 572 A zur Verhinderung einer Wölbung des Substrats vorgeschlagen, entfallen können.

Auch Schlitzte in der Wandung des Kunststoffgehäuses, wie in der EP 01 18 022 B1 zum Schutz des Keramiksubstrates vorgeschlagen wurde, können bei der erfindungsgemäßen Ausführung entfallen.

Beim bekannten Modul wird während der Herstellung beim Einsetzen des Substrats in das Kunststoffgehäuse ein Teil der zwischengefügten Klebstoffmasse herausgepreßt und muß vor dem Aushärten sorgfältig abgewischt werden, damit keine Klebstoffüberstände entstehen, welche eine gute Auflage des Moduls auf einem Kühlkörper und damit einen guten Wärmeüber-

gang behindern könnten. Dieser Reinigungsvorgang ist ein zusätzlicher und lästiger Arbeitsschritt, welcher beim erfindungsgemäßen Modul nicht erforderlich ist. Dort entsteht nämlich im Randbereich des Substrats kein Auflagedruck und es ist ausreichend Raum zur Aufnahme des Klebstoffs vorhanden, so daß der Klebstoff nicht herausgepreßt wird.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, die einstückig angeformten Auflagestützen an solchen Stellen im Modul vorzusehen, an welchen sie auf eine metallisierte Fläche der strukturierten Oberseite des Substrats drücken. Solche beidseitig metallisierten Bereiche des Substrats stehen unter Druckspannung und sind daher weniger bruchempfindlich.

Für Leistungshalbleitermodule werden häufig Kunststoffgehäuse verwendet, welche innen durch Rippen unterteilt oder verstärkt sind. Solche Rippen sind oftmals erforderlich zur Erhöhung der Kriechspannungsfestigkeit. An derartige Rippen können mit geringem Aufwand vorteilhaft die gemäß der Erfindung erforderlichen Auflagestützen angeformt werden.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung werden in die Montagelöcher am Kunststoffgehäuse Metallniete, sogenannte Hohl-niete, eingesetzt, welche den Kunststoff beim Aufschrauben vor einer möglichen Rißbildung schützen. Alternativ dazu kann auch gegen lokale Druckbelastungen besonders unempfindlicher Kunststoff gewählt werden. Geeignet sind z. B. glasfaserverstärkte Duroplaste oder moderne Hochleistungskunststoffe.

Eine genauere Beschreibung der Erfindung folgt nachstehend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels. Es zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch ein Kunststoffgehäuse mit eingesetztem Substrat,

Fig. 2 Ansicht des Kunststoffgehäuses von unten,

Fig. 3 Ansicht eines teilweise bestückten Substrats von oben,

Fig. 4 Ansicht eines fertiggestellten Leistungshalbleitermoduls.

Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch eine in Fig. 2 eingetragene Ebene A-A eines Kunststoffgehäuses 1. Es handelt sich um ein rahmenförmiges, also oben offenes Gehäuse. Ebenso wäre jedoch auch ein haubenförmiges, also oben geschlossenes Gehäuse verwendbar. Am Gehäuse 1 sind Befestigungslaschen 2 mit Befestigungslöchern 3 angeformt. Die Befestigungslaschen 2 sind durch metallische Hohl-niete 4 verstärkt, welche in die Befestigungslöcher 3 eingesetzt sind. Weiterhin ist das Gehäuse 1 im Inneren mit Rippen 5 versehen, an welche Auflagestützen 6 angeformt sind. Schließlich hat das Kunststoffgehäuse 1 in seiner Bodenebene 7 eine große Öffnung 8 mit einer umlaufenden Vertiefung 9. Darin ist als Modulboden ein Keramiksubstrat 10 eingesetzt, welches auf der Ober- und Unterseite mit einer Metallschicht 11 versehen ist; vorzugsweise mit einer einige Zehntelmillimeter dicken Kupferschicht, welche nach einem Direktverbindungsverfahren aufgebracht ist.

Das Substrat 10 ist zur Vereinfachung ohne seine auf der Oberseite vorhandene Bestückung mit Bauelementen und Anschlußelementen dargestellt. Der obere Rand des Substrats 10 ist mit Hilfe eines Klebstoffs 12 auf Silikonbasis mit dem Kunststoffgehäuse 1 im Bereich seiner Vertiefung 9 verbunden. Die Länge der Auflagestützen 6, die Vertiefung 9 und die Dicke des Keramiksubstrats 10 sowie die Dicke der Metallschichten 11 sind so aufeinander abgestimmt, daß einerseits das Keramiksubstrat 10 mit seiner unteren Metall-

schicht 11 geringfügig über die Bodenebene 7 hinausragt, um günstige Andruckverhältnisse an einem Kühlkörper zu erzielen, und andererseits zwischen der Oberseite des Keramiksubstrats 10 und der Vertiefung 9 ein Spalt 13 von einigen Zehntelmillimeter Breite entsteht. Das Substrat 10 liegt somit nur an den Auflagestützen 6 und nicht an seinem Rand auf.

Die Auflagestützen 6 sind vorzugsweise an solchen Stellen angeordnet, an denen eine obere Metallschicht 11 auf dem Substrat 10 vorhanden ist, und außerdem vorzugsweise an Stellen in der Nähe von wärmeerzeugenden Bauelementen, um besonders dort einen guten Wärmekontakt zu einem Kühlkörper, auf welchen ein solches Modul geschraubt wird, herzustellen.

Fig. 2 zeigt einen Blick auf die Unterseite des Kunststoffgehäuses 1, in welches noch kein Substrat eingesetzt ist. Die Bezugszeichen haben bei allen Figuren übereinstimmende Bedeutung.

Fig. 3 zeigt einen Blick auf die Oberseite eines Keramiksubstrats 10, dessen Metallschicht 11 auf der Oberseite strukturiert ist. Auf der Metallschicht 11 ist ein Leistungshalbleiterbauelement 14, hier ein IGBT-Chip aufgelötet und durch Verbindungsdrähte 15 mit Anschlußflächen für den Emitter und das Gate des IGBT (Insulated-Gate-Bipolar-Transistors) kontaktiert. Auf der Metallschicht 11 sind mit punktierten Linien Anschlußflächen 16.1 bis 16.3 für aufzulötende Anschlußlaschen für den Kollektor (16.1), dem Emitter (16.2) und das Gate (16.3) dargestellt und außerdem Auflageflächen 17, mit denen das Substrat 10 bzw. seine obere Metallschicht 11 auf den Auflagestützen 6 im Gehäuse 1 aufliegt.

Fig. 4 zeigt ein fertiggestelltes Leistungshalbleitermodul, wobei außer dem Gehäuse 1 mit seinen Befestigungslaschen 2 oben herausgeführte Anschlußlaschen 18 und eine Hartvergußmasse 19, mit welcher ein oberer Teil des Modulinneren ausgegossen ist, zu sehen sind.

Bei der Herstellung des Leistungshalbleitermoduls geht man von einem mit Hohlknoten 4 versehenen Kunststoffgehäuse 1 und von dem Keramiksubstrat 10 aus, welches nach einem Direktverbindungsverfahren auf der Ober- und Unterseite mit je einer z. B. 0,4 mm dicken Metallschicht 11 aus Kupfer versehen wird. Die obere Metallschicht 11 wird durch Ätzen in einzelne Flächen unterteilt. Auf die strukturierte Metallschicht 11 werden Bauelemente 14 und Anschlußlaschen 18 mittels Weichlot in einem Durchlaufverfahren aufgelötet. Das Substrat 10 hat auf der oberen Seite einen von der Metallschicht 11 befreiten Randstreifen. Dieser Randstreifen wird mit einer etwa 1 mm dicken Schnur aus Silikonklebstoff mit thixotropen Eigenschaften beschichtet. Alternativ kann der Klebstoff 12 auch auf das Kunststoffgehäuse 1 statt auf das Substrat 10 aufgebracht werden.

Zur Herstellung der Verbindung zwischen Kunststoffgehäuse 1 und Substrat 10 legt man das Gehäuse 1 auf den Kopf, so daß das vorbereitete Substrat 10 in den Ausschnitt in der Bodenebene 7 eingelegt werden kann. Das Substrat 10 liegt dann mit seinen Auflageflächen 17 auf den Auflagestützen 6 auf. Nach dem anschließenden Aushärten des Klebstoffs 12 entsteht eine feste und dichte Verbindung zwischen dem Substrat 10 und dem Gehäuse 1. Das Leistungshalbleitermodul wird nun umgedreht und von seiner Oberseite her zuerst mit einer weichen Silikonvergußmasse und dann mit einem Epoxidharz als Hartverguß gefüllt und ausgehärtet.

Bezüglich der Bestückung des Substrats mit Bauelementen und mit Anschlußlaschen sind selbstverständlich zahlreiche Ausführungsvarianten möglich. Beispielswei-

se können die elektrischen Anschlüsse auch durch im Gehäuse vorbestückte Anschlußlaschen entsprechend der Lehre der DE 37 17 489 A hergestellt werden, welche erst nach dem Einkleben des Substrats in das Gehäuse mit dem Substrat verlötet werden. Es ist ebenfalls möglich, die Stützen 6 direkt auf den Chip aufliegen zu lassen, wenn die Chips anstelle mit Bonddrähten mit Kontakttrondern (z. B. aus Mo) kontaktiert werden.

Zur Anwendung des Leistungshalbleitermoduls wird dieses auf einen Kühlkörper aufgeschraubt, auf welchen zuvor eine Wärmeleitpaste aufgetragen wird. Auch hohe Anschraubmomente von z. B. 5 Nm bei M-5-Schrauben führen nicht zu einer Schädigung des Moduls.

15 Bezugszeichenliste

- 1 Kunststoffgehäuse
- 2 Befestigungslasche
- 3 Befestigungsloch
- 4 Hohlknoten
- 5 Rippe
- 6 Auflagestütze
- 7 Bodenebene
- 8 Öffnung
- 9 Vertiefung
- 10 Keramiksubstrat
- 11 Metallschicht
- 12 Klebstoff
- 13 Spalt
- 14 Leistungshalbleiterbauelement
- 15 Verbindungsdraht
- 16.1 bis 16.3 Anschlußfläche
- 17 Auflagefläche
- 18 Anschlußlasche
- 19 Hartvergußmasse

Patentansprüche

1. Leistungshalbleitermodul mit einem Kunststoffgehäuse, das in seiner Bodenebene eine Öffnung und eine umlaufende Vertiefung aufweist, in welche ein beidseitig mit einer Metallschicht versehenes Keramiksubstrat als Modulboden eingesetzt ist, wobei die dem Gehäuseinneren zugewandte Metallschicht des Substrats strukturiert und mit Bauelementen bestückt ist, dadurch gekennzeichnet, daß am Kunststoffgehäuse (1) Auflagestützen (6) angeformt sind, welche das Keramiksubstrat (10) an vom Substratrand entfernten Auflagestellen in solcher Weise abstützen, daß zwischen der Oberseite des Keramiksubstrats (10) und der Vertiefung (9) am Kunststoffgehäuse (1) ein einige Zehntelmillimeter breiter Spalt (13) verbleibt, welcher zur Befestigung und Abdichtung des Substrats (10) mit einem Klebstoff (12) ausgefüllt ist.
2. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auflagestützen (6) an solchen Stellen das Substrat (10) abstützen, an denen das Substrat (10) auch auf der Oberseite eine Metallschicht (11) aufweist.
3. Leistungshalbleitermodul nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auflagestützen (6) an Rippen (5) im Kunststoffgehäuse (1) angeformt sind.
4. Leistungshalbleitermodul nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Kunststoffgehäuse (1) Befestigungslaschen (2) mit Befestigungslöchern (3) angeformt, wobei in

die Befestigungslöcher (3) metallische Hohnieten (4) eingesetzt sind.

5. Leistungshalbleitermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Kunststoffgehäuse (1) aus einem gegen lokale Druckbelastungen unempfindlichen Kunststoff, wie z. B. einem glasfaserverstärkten Duroplast besteht.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

— Leerseite —

